

新工法紹介 機関誌編集委員会

04-351	4D-Super NATM (山岳トンネル変位予測システム)	戸田建設
--------	-----------------------------------	------

▶ 概 要

『4D-Super NATM』は、山岳トンネル NATM 工法における計測管理手法として、トンネル変位を3次元で管理する手法に時間的な概念を加え、4次元で管理するシステムである。

NATM 工法では、掘削により周辺地山の応力が解放されるため壁面の変位が発生する。一般的には切羽進行や時間経過に伴い地山応力が再配分され、変位量は一定値に収束する。しかし、支保工の持つ変形を抑える力が小さい場合には、地山内の応力がバランスすることなく、変位量が収束せずに増大していき、周辺地山やトンネル支保工が破壊に至る場合がある。

このため、掘削の初期段階において、その後の変位量の変化を予測し、支保工の規格等を変更することで、安定した支保構造にすることが重要となる (図-1)。

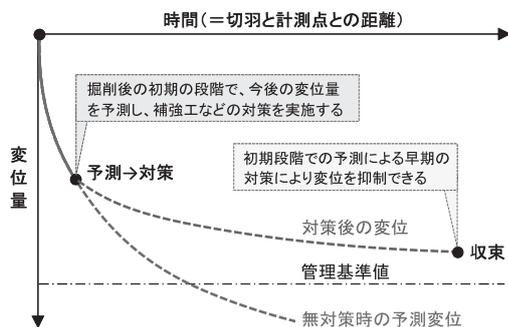


図-1 トンネル壁面の変位状況

一方、トンネルは3次元のチューブ構造であるため、変形挙動はトンネル断面方向の2次元管理のみでなく、トンネル軸方向も考慮した3次元で管理の方が合理的である。さらに、地形や地質はトンネル軸方向にも変化していくため、軸方向の断片的な計測のみでは、局所的な変形を見逃してしまう恐れがあ

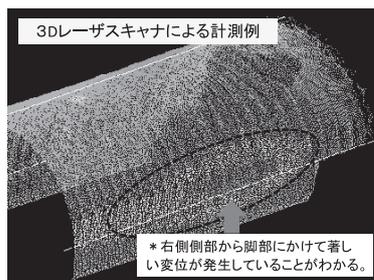


図-2 トンネル壁面の3次元変形挙動

る。このため、最近では3Dレーザースキャナにより、トンネル全壁面の変位量を3次元で管理する手法が研究されている (図-2)。

『4D-Super NATM』は、3Dレーザースキャナによる3次元データと、変形量を予測できる3次元FEM解析との両者を融合させた4次元変位予測システムとなっている。

本システムを適用すれば、初期段階で測定した3次元データの分析により、現時点の変位量や変形モードだけでなく、任意時間後の変位量・変形モード等を3次元で可視化できる。これにより、補強対策や支保工の変更等の要否、対策の規模、対策の区間を合理的に判断できることになる。

▶ 特 徴

従来の20m毎に5測点程度の計測ではなく、数十万個の点群データを統計的に処理した面的な管理のため、チューブ構造全体の挙動を把握でき、偏圧による変形、すべりによる変形、脚部の不等沈下等を3次元で把握できる (図-3)。これにより、補強工の規模・範囲を必要最小限に抑えることができ、経済的な対策を行うことが可能となる。

従来の現場技術者の経験則や煩雑な統計処理等による最終変位量の予測ではなく、地山の諸物性値を考慮した上で、計測初期段階のデータから専用ソフトにより最終変位量を自動予測するため、迅速な補強工等の判断や切羽へのフィードバックができる。これにより、長期的に安定したトンネルを速やかに構築することができる。

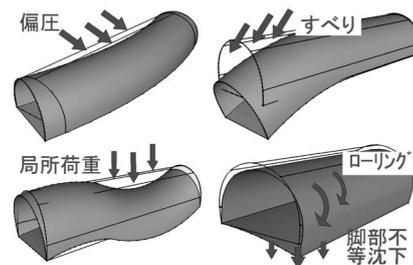


図-3 要因別の3次元変形挙動の例

▶ 用 途

- ・ NATM 工法における早期地山安定判断
- ・ NATM 工法における施工計測管理の合理化

▶ 実 績

- ・ 道路トンネル (NATM 工法)

▶ 問合せ先

戸田建設(株) 土木工事技術部
〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1
TEL : 03-3535-1614

新工法紹介

08-48	T-iROBO UW ～シャフト式水中作業機～	大成建設
-------	----------------------------	------

▶ 概 要

新規にダムを建設することが難しくなる中、建設から50年以上が経過したダムが増えている。これらのダムは、機能向上や補修・補強が必要となる場合があり、多くのダムにおいてリニューアル工事が計画、実施されている。

既設ダムのリニューアルは、供用しながらの工事となるため、施工時水位を高く設定せざるを得ない場合がほとんどである。そのため、大水深での潜水作業や、大規模な仮締切、高橋脚、橋の設置が必要となり、危険を伴う作業や工期の長期化が避けられないのが現状である。これらの課題を解決するための方策の一つとして、「T-iROBO UW」が開発された。

「T-iROBO UW」は、水上の台船から地盤にシャフトを降ろし、そのシャフトを昇降する作業機に様々なアタッチメントを取りつけて、砕岩、掘削、ずり処理、精密測深、撮影など一連の水中作業を、遠隔操作で安全かつ確実に施工が可能な機械である。

水中の各種作業を、ダイバーを使わずに安全に施工するために開発された機械で、ダム湖のように深くて、急峻で、視界の悪い場所での施工に威力を発揮する。さらに、可視化を含めた情報化施工技術により、遠隔で操作を行えるため、安全性と施工性が大幅に向上した。

「T-iROBO UW」は、シャフト固定装置で保持されたシャフトに作業機を取付け、支援台船上の操作室に配置した操作盤、操縦装置、施工支援装置を使用して、作業機本体の昇降、作業機に取り付けた各種アタッチメントを遠隔操縦する機械システムとなっている(図-1)。

▶ 特 徴

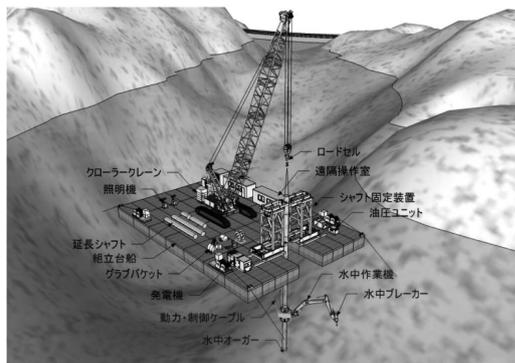


図-1 T-iROBO UWの構成

①大水深をダイバーを使用せずに施工が可能:

可視化を含めた情報化施工技術により遠隔で操作を行うため、ダイバーを使用せずにほとんどの作業が行える。

②ケーシングオーガー搭載で急傾斜地盤に対応:

急傾斜地盤に作業機を設置することは従来の水中作業機械では出来なかったが、シャフト先端に水中オーガーを配置して、シャフトを固定し、作業機はそのシャフトを昇降するので、急傾斜地盤の場所でも安定した姿勢で施工ができる。

③各種アタッチメントを取り付け多機能作業が可能:

表-1に示すように、多種多様なアタッチメントを取り付け、多工種の施工が可能である。

表-1 T-iROBO UWの各種アタッチメント使用例

アタッチメント	用途
1 バケット	掘削、極き寄せ
2 一本爪リッパー	岩掘削
3 グラスパー	沈木撤去、大石撤去、障害物撤去
4 水中ブレード	岩盤破砕、コンクリート破砕
5 ツウインヘッダー	岩盤掘削、コンクリート掘削
6 シングルヘッダー	岩盤掘削、コンクリート掘削
7 回転ブラシ	コンクリート表面掘削、付着物除去
8 サンドポンプ	浚渫
9 エジェクター	浚渫、ずり処理
10 油圧破砕機	水中鉄筋構造物の破砕
11 水中カメラ	撮影
12 エアードリフター	削孔、構造物縁切り、差し筋穴あけ
13 ダウンザホールハンマー	大口径削孔、岩掘削

④可視化技術:

マルチファンビームを使用した3次元画像表示や音響カメラを使用した画像表示により、暗く透明度の悪い湖底でも可視化して、モニター画面の画像を見ながらオペレータが遠隔操縦できる。

⑤高精度の位置出しシステム:

シャフト天端をGPSまたはトータルステーションで位置出しし、シャフトに取り付けた傾斜計やロータリーエンコーダーで作業機の基準点を正確に算定し、作業機に取り付けた角度計や回転角度計により作業機先端位置を正確に把握して、作業ができる。

▶ 用 途

・貯水湖のように、水深が深くて急峻な地形で透明度の悪い場所での水中作業

▶ 実施予定

・平成27年2月頃 天ヶ瀬ダム前庭部の掘削作業に使用予定

▶ 問合せ先

大成建設(株) 土木本部土木技術部

インフラ・海洋技術室

〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1

TEL: 03-5381-5285